

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

BIOCENOZE SEDRENIH STANIŠTA I NJIHOVA
ZAŠTITA U NACIONALNOM PARKU „KRKA“

BIOCENOSSES OF THE TRAVERTINE HABITATS AND
THEIR PROTECTION IN „KRKA“ NATIONAL PARK

SEMINARSKI RAD

Agata Kovačević

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

(Undergraduate study of Environmental Sciences)

Mentor: Doc. dr. sc. Maria Špoljar

Zagreb, 2012.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
1.1. Osnovna obilježja rijeke Krke.....	2
2. SEDRA.....	5
2.1. Osnovni uvjeti stvaranja sedre.....	6
3. BIOCENOZE SEDRENIH STANIŠTA.....	7
3.1. Flora.....	9
3.1.1. Kr i	9
3.1.2. Roški slap.....	9
3.1.3. Skradinski buk.....	10
3.2. Fauna.....	11
4. PROBLEMI I PRIORITETI ZAŠTITE PRIRODNE BAŠTINE U NP KRKA.....	14
4.1. Zaštita sedrenih staništa u NP Krka.....	14
4.1.1. Vodoopskrba.....	14
4.1.2. Otpadne vode i o uvanje vodnih resursa.....	15
4.1.3. Hidroelektrane.....	15
4.1.4. Ugroženost podzemnih staništa.....	16
4.2. Prioritetna zada a.....	16
5. SAŽETAK.....	17
6. SUMMARY.....	17
7. LITERATURA.....	18

1.UVOD

Nacionalni park "Krka" (NP Krka) me u najmla im je nacionalnim parkovima u Hrvatskoj. Osnovan je 1985., a obuhvaća gornji i srednji dio toka rijeke Krke te donji dio toka rijeke Čikole. Brojni kanjoni i slapišta na sedrenim barijerama te niz drugih geomorfoloških, hidroloških i pejzažnih obilježja, temeljni su fenomeni NP Krka. Navedene osobitosti bile su ključne da se ovo područje sačuva i zaštiti u kategoriji nacionalnog parka na površini od 142 km² (Marguš, 2007).

1.1. Obilježja rijeke Krke

Rijeka Krka je orografskim porječjem sjevernodalmatinska rijeka (sl.1) i jedno od glavnih obilježja srednje Dalmacije (Friganovi, 1987). Krka izvire kod sela Topolja na sjeveroistom dijelu Kninskog polja, podno Dinare. Njeno glavno vrelo nalazi se u špilji ispod 22 metara visoke sedrene barijere Krčića, a ova je pritoka u morfogenetskom pogledu izvorište Krke, s kojom je u prošlosti tvorila jednu tektoničku (Šegota, 1968; Friganovi, 1990).

Rijeka Krka teče ravnim Kninskim poljem, Kistanjsko - drniškom zaravni, prelijeva se preko veličanstvenih sedrenih barijera, probija se slikovitim kanjonom, stvara rijeka jezera Visovac i Prokljansko jezero, a kod Šibenika se ulijeva u Šibenski kanal i utječe u Jadransko more (sl.2). Čikola je najveća pritoka rijeke Krke, izvire kod sela Čavoglava, protječe kroz grad Drniš i ulijeva se u rijeku Krku kod jezera Torak (www.rogoznica.biz).



Slika 1. Položaj NP „Krka“



Slika 2. Područje koje obuhvaća NP „Krka“

Voda rijeke Krke na svom putu do mora dvojako je djelovala. S jedne strane, svojom erozijskom snagom stvorila je duboke kanjone i tako probila put do mora, a s druge strane u svom je toku na mnogo mjesta istaložila sedru i izgradila sedrene barijere koje su rijeci dale sasvim novu fizionomiju stvaraju i sedam sedrenih slapova (Baba i Ajduk, 2010). Prvi me u njima je Bilušića buk (22,4 m visine) koji se nalazi 16 km nizvodno od izvorišta. Drugi slap je Brljan ili Borića buk (15,5 m) koji se nalazi 19 km nizvodno od izvorišta. Manojlovac je treći slap koji se nalazi pola kilometra nizvodno od Brljana. Kao i mnogi slapovi, sastoji se od niza sedrenih barijera. Manojlovac je najviše slapište (59,6 m) s glavnim slapom visine 32,2 m. Preostala 4 slapa su Rošnjak (8,4m), Miljacka (23,8m), Roški slap (25,5m) i Skradinski buk (45,7m) (www.wikipedia.org).

Roški slap smješten je oko 36 km nizvodno od izvora rijeke Krke. Sastoji se od velikog broja rukavaca, kaskada i sedrenih otoka. Po etak barijere čini niz malih, oko 0,5 metara visokih kaskadica, zvanih "ogrlice", a sredina je sastavljena od rukavaca i otoka. Glavni slap nalazi se na kraju barijere gdje se Krka proširuje u Visovačko jezero. Osobito je ovaj slap zanimljiv s bogatstvom biljnih vrsta na kontaktu toplih i suhih te vlažnih i sjenovitih staništa (www.npkrka.hr).

Nizvodno od Roškog slapa nalazi se Visovačko jezero kao najveće proširenje rijeke Krke te zauzima središnji dio Nacionalnog parka. Kanjon Međurova dijeli jezero u gornje (dugo oko 1 km) i donje (3,5 km dugo i široko do 750 m) jezero na kojem se nalazi istoimeni otok (sl.3). Na njemu je 1445. godine podignut Franjevački samostan. Bogata kulturno-povijesna baština samostana, izložena u muzeju, sadrži originalne povijesne dokumente te brojne predmete povijesne, umjetničke i etnografske vrijednosti (www.slaptours.hr).



Slika 3. Visovačko jezero

Nizvodno od Visovca, smješten je Skradinski buk (sl.4), posljednje i najimpresivnije slapište na rijeci Krki. Slap ine sedrene kaskade, otoci i jezera. Preko 17 stepenica Skradinskog buka, raspoređeno je na 800 metara dužine, s ukupnom visinskom razlikom od 45,7 metara. Ispod Skradinskog buka počinje potopljeni dio ušća rijeke Krke. Veći dio sedre Skradinskog buka mlađi je od 10 tisuća godina. Izvan današnjeg vodotoka nalazi se, na području nekadašnjeg vodotoka, "mrtva sedra" starosti oko 125 tisuća godina. Rast sedrene barijere na Skradinskom buku prouzročio je uzvodno ujezerenje vode rijeke Krke do Roškoga slapa i tri kilometra donjeg toka rijeke i kule, tvoreći tako jednu od najljepših pejzažnih slika Nacionalnog parka (www.wikipedia.org).



Slika 4. Skradinski buk, najveća sedrena barijera rijeke Krke

2. SEDRA

Jedno od prepoznatljivih obilježja rijeke Krke su sedrene barijere koje su nastale taloženjem u vodi otopljenog kamenca, pri čemu su značajnu ulogu imale i imaju sedrotvorne biljke, alge i mahovine. Nastanak sedre započeo je u razdoblju pleistocena (interglacijali) te s povremenim prekidima traje do danas (Friganovič, 1961).

Brzice i sedreni slapovi u krškim tekonicama, po svojim ekološkim značajkama, predstavljaju poseban biotop, koji se znatno razlikuje od ostalih tekonica u kojima vode, položaju i strukturi podloge, brzini strujanja, temperaturi vode, tvrdoći vode i dužini izlaganja suncu. Takvi ekološki čimbenici omogućuju taloženje različitih sedrenih tvorevina, kao što su sedrene barijere, podbraci, zastori, polušpilje i dr. (Kerovec i Marguš, 2005).

Sedra je kalcijev karbonat ili vapnenac istaložen (precipitiran) iz vode prilikom postignutih ograničavajućih uvjeta (temperature vode, zasićenje kalcij-karbonatom) (Ford i Pedley 1996). Ona stalno izgrađuje i podiže sedrene pragove ili barijere preko kojih se voda prelijeva iz jednog jezera u drugo.

Ford i Pedley (1996) razlikuju ove vapnenačke naslage u još dva pojma:

- a) Tufa – produkt precipitacije kalcij-karbonata, a značajno je da sadrži i ostatke mikrofiti i makrofiti, beskralježnjaka i bakterija.
- b) Travertin – ograničene naslage nastale precipitacijom, u kojima nedostaju biogeni elementi.

Tufa je sediment mlađeg porijekla, veće poroznosti i predstavlja živu sedru, dok je travertin sediment starijeg porijekla, manje poroznosti i predstavlja mrtvu (fosiliziranu) sedru.

Pojam sedra se prvo odnosio samo na poroznu stijenu koja gradi barijere, pragove i druge oblike u našim krškim rijekama i potocima (Krka, Mrežnica, Plitvička jezera). Razvojem geoloških znanosti u Hrvatskoj, značenje riječi sedra prošireno je i na neke druge petrografske forme koje nastaju taloženjem kalcijeva karbonata iz prezasićene prirodne vode. Pevalek (1958) predlaže da se sedrom zove kalcijev karbonat istaložen na svjetlu iz slatke vode. On je smatrao da se kalcit taloži direktnim djelovanjem živih organizama, prvenstveno algi. Herak (1984) razlikuje sedru (na površini) i sigu (u podzemlju), bez obzira na porijeklo.

Za Tišljara (1987) travertin je šupljikava, slojevita stijena koja nastaje anorganskim izlučivanjem kalcita, na primjer na slapovima i u blizini vodopada (područje prskanja vode), dok je sedra (tufa, vapnena klinka sinter) spužvaste građe i predstavlja produkt izlučivanja na biljkama u vodi i cijanobakterijama. Sedrom ili travertinom Stilinovi i Plenkovi -Moraj (1999) te Horvatin i (1999) nazivaju i sedru barijera i jezerski sediment.

2.1. Osnovni uvjeti stvaranja sedre

Svojstvo sedimentnih vapnenakih stijena je da se relativno lako otapaju u vodi i na taj način stvaraju spilje, izbrazdane ploče, škrape, kanjone itd. Otapanjem vapnenakih stijena nastaje jedna od najvažnijih tvari potrebnih za stvaranje sedrenih slapova, topivi kalcijev bikarbonat (Srdo i sur. 1985). Prozračivanjem vode koja sadrži kalcijev karbonat oslobađa se CO₂, time se taloži kalcijev karbonat, koji sedimentira na dno ili na podvodnim predmetima i vegetaciji prema sljedećoj formuli:



Krš je idealno područje gdje se zbog sastava stijena (vapnenci, lapori i dolomiti) mogu stvoriti uvjeti za taloženje sedre i kalcitnog mulja. Prema Srdo i sur. 1985. uvjeti koji moraju biti zadovoljeni za nastanak sedre su:

1. prezasićenost kalcij-karbonatom iznad 3
2. pH vode iznad 8.0 (u tokovima s intenzivnim sedrenjem pH se kreće od 8.2 do 8.4)
3. koncentracija otopljene organske tvari manja od 10 mg/l ugljika.

Krške vode zasićene su ugljikom kiselinom, što im omogućuje otapanje kalcijevog karbonata (vapnenac) u nestabilni kalcijev bikarbonat odnose i ga sa sobom. Veći dio CO₂, potrebnog za stvaranje ugljikove kiseline, nalazi se u samom supstratu, iz kojeg se oslobađa organskim raspadanjem biljaka i životinja, dok se manji dio nalazi u zraku (www.raft.com.hr).

Istraživanja su ukazala da na izdancima mahovina žive mnogobrojne alge i bakterije koje luče galertu (sluz, mukopolisaharidi) na koju se prilipe prvi kristali i kalcita i oko kojih se brzo nakupiti ostali kristali i stvaraju i sedru. Proces sedrenja započinje na površinama obraslim epifitima, koji izlučuju ljepljivu supstancu na bazi polisaharida, tj. mukopolisaharide

(Degens,1976). Ovaj proces nastajanja sedre seže u daleku geološku prošlost i odvija se u uvjetima tople i vlažne klime, sli ne današnjoj (Stilinovi , 1999).

Vodene biljke, isto kao i kopnene, trebaju za svoj rast uglji ni dioksid, kojeg u vodi oduzimaju iz dijela slobodne uglji ne kiseline. Tim procesom narušena je kemijska ravnoteža izme u otopljenog kalcijevog bikarbonata i slobodne uglji ne kiseline. U zamjenu za oduzeti uglji ni dioksid, voda raspadanjem kalcijevog bikarbonata otpusti odre enu koli inu kalcijevog karbonata na raslinju, u obliku vapnene kore (www.raft.com).

3. BIOCENOZE SEDRENIH STANIŠTA

Prva detaljnija biocenološka i faunistička istraživanja provedena su po etkom druge polovice 20. stoljeća. Rijeka Krka osobito je pogodna za takva istraživanja jer duž itavog toka pravi niz međusobno udaljenih slapova, pa je to omogućilo komparaciju tipova životinjskih zajednica na njima (Matonić i Pavletić, 1962). Netopljivi vapnenac koji je nastao raspadanjem kalcijevog bikarbonata, bio bi odnesen kad se na takvim mjestima ne bi naselile biljke i životinje koje služe kao podloga za kristalizaciju, pasivno zadržavanje i sedimentaciju izluka ostataka vapnenca. Temeljem istraživanja koja su proveli Matonić i Pavletić (1955.-1970.) utvrđeno je 13 različitih staništa sedrenih slapišta na kojima se razvijaju sljedeće specifične zajednice biljnog i životinjskog svijeta (a-m: biotop-biocenoza):

- a) Sedreni pragovi i pokrivači - *Phormidium-Cinclidotus-Rivulogammarus*
- b) Površinski dijelovi osvijetljenih barijerica s jakim prozraivanjem vode - *Cinclidotus-Platyhypnidium-Rivulogammarus-Simulium*
- c) Podbraci barijerica - *Fissidens-Crassipes*
- d) Zasjenjeni površinski dijelovi barijerica - *Cratoneurum-Cinclidotus-Rivulogammarus-Simulium*
- e) Sedreni unjevi - *Cinclidotus-Platyhypnidium-Cratoneurum-Rivulogammarus*
- f) Vodotoci sa slabim prozraivanjem vode - *Aneura-Pellia-Hydropsiche-Rivulogammarus*
- g) Površinski dijelovi zasjenjenih barijera - *Cratoneurum-Riolus*
- h) Poluspilje - *Hymneostilium-Rivulogammarus*
- i) Spilje - *Fissidens-Eucladium*
- j) Mjesta ispod velikih slapova - *Hydrocolum-Rivulogammarus*
- k) Vrela - *Cinclidotus-Ancylus-Rivulogammarus*
- l) Brzice - *Cinclidotus-Rivulogammarus-Chironomus*
- m) Kamene gromade - *Phormidium-Planaria*

3.1. Flora

U procesu osedavanja temeljnu ulogu imaju modrozelenne alge vrste *Phormidium crustatum*, a neke vrste ovog roda žive u plitkim i toplijim vodama, gdje se vapnenac taloži na njihovoj strukturi ili inkrustiraju vapnenac (Pitois i sur. 2001). Od mahovina na sedrenim barijerama prevladavaju *Cratoneurum commutatum*, *Cratoneurum filicinum*, *Cinclidotus aquaticus* i *Plathyhypnidium rusciforme*. Tu su još i *Bryum ventricosum*, *Eucladium verticillatum* i *Didymodon tophaceus*, koje dovode do stvaranja tzv. spužvaste sedre (Folk, 1984). Mahovine koje dominiraju na slapovima, dokazuju da su to fitocenoze koje najuspješnije odolijevaju strujanju vode, kemijskom sastavu vode i jakom procesu kalcifikacije. Postupno dolazi do nakupljanja kristala kalcita, zatim krhotina ljušturica i skeleta mikroorganizama - sve zajedno povezano mukopolisaharidnom ovojnicom, što dovodi do makrostrukture krhke recentne sedre (Chafetz i Folk, 1984).

3.1.1. Kr i

Vodotoci iznad slapa sasvim su pokriveni mahovinom *Cinclidotus aquaticus* koja pokriva i sedrene brade koje se stvaraju na rubovima slapa gdje voda pada preko sedrenih naslaga u obliku parabole. Na tim mjestima prozraivanje je intenzivno, pa busenovi mahovine zadržavaju vrlo mnogo sedre. Uz rubove vodotokova iznad slapa mjestimično rastu mahovine *Plathyhypnidium rusciforme* i *Didymodon tophaceus*. Glavne značajke ovog staništa su prozraivanje i jako osvjetljenje (Matoninkin i Pavletić, 1962).

3.1.2. Roški slap

Gotovo cijelo dno gornjeg dijela barijere s kaskadicama prekriveno je mahovinom *Fontinalis antipyretica* zbog razmjerno visoke temperature vode i relativno male brzine strujanja. Za visokog vodostaja, kada je temperatura vode nešto viša i brzina strujanja nešto veća, prevladava *Cinclidotus riparius*. Mjestimično se mogu naći i busenovi vrste *Cinclidotus aquaticus*, ali samo na mjestima gdje je nešto jača struja vode ili se nalazi na sedrenim izbojcima preko kojih protječe voda samo za visoke razine vode. Na rubovima ovih kaskadica razvijena je mahovina *Plathyhypnidium rusciforme* i trava *Arostis verticillata*. Od drugih reikofilnih biljaka mjestimično se mogu naći i neke alge, i to naročito *Cladophora glomerata* i *Spirogyra* sp., pored nekih modrozelenih alga, zelene alge *Oedogonium*

glomerata i crvene alge *Bangia atropurpurea*. U podbradcima ovih kaskadica razvijena je mahovina *Fissidens crassipes*. Navedena vegetacija vrlo je povoljna za naseljavanje životinjskog svijeta. Središnji dio barijere sa sedrenom mrežastom strukturom ispresijecan je mnogobrojnim vodotocima i obrastao prilično bujnom vegetacijom, tako da je većina vodotoka zaštićena od prevelikog osvjetljenja. Na jače osvjetljenim vodotocima i ovdje mjestimično nalazimo razvijenu *Cinclidotus* – *Platyhypnidium* vegetaciju. Na takvim mjestima u jednom vodotoku sa sedrenim izbojcima o koje udara vodena struja nađena je i nova vrsta mahovine *Cinclidotus herzogii*. Na zasijenjenim mjestima, naročito u uskim umjetno izdubljenim vodotocima, vrlo je bujno razvijena vrsta mahovine *Cratoneurum commutatum*, uz koji dosta bujno dolazi i *Platyhypnidium rusciforme* (Matonić i Pavletić, 1962).

3.1.3. Skradinski buk

Najmlađe sedrene tvorevine na ovom slapu nastanjene su uglavnom cijanoficijama, a mahovine rastu tek mjestimično u malim slabo razvijenim busenovima. Na stjenovitim mjestima naseljava se nešto više mahovina od kojih je najmasovnije zastupljena *Pellia fabbroniana*, koja mjestimično stvara vrlo velike kompaktne busenove koji nisu sastavljeni isključivo od ove mahovine, već su izmiješani s vrstama *Aneura pinguis* i *Haplozia riparia* var. *rivulais*. Na osvjetljenim staništima najzastupljenije su vrste *Didymodon tophaceus* i *Hymenostilium curvirostre* te manje zastupljena vrsta *Mniobryum calcareum* sa slabo razvijenim busenovima. Na manje osvjetljenim staništima prevladava *Pellia fabbroniana*, dok su musci *Fontinalis antipyretica* i *Fissidens crassipes* nešto rijetkiji, ali ipak češći nego na osvjetljenim staništima (Matonić i Pavletić, 1962).

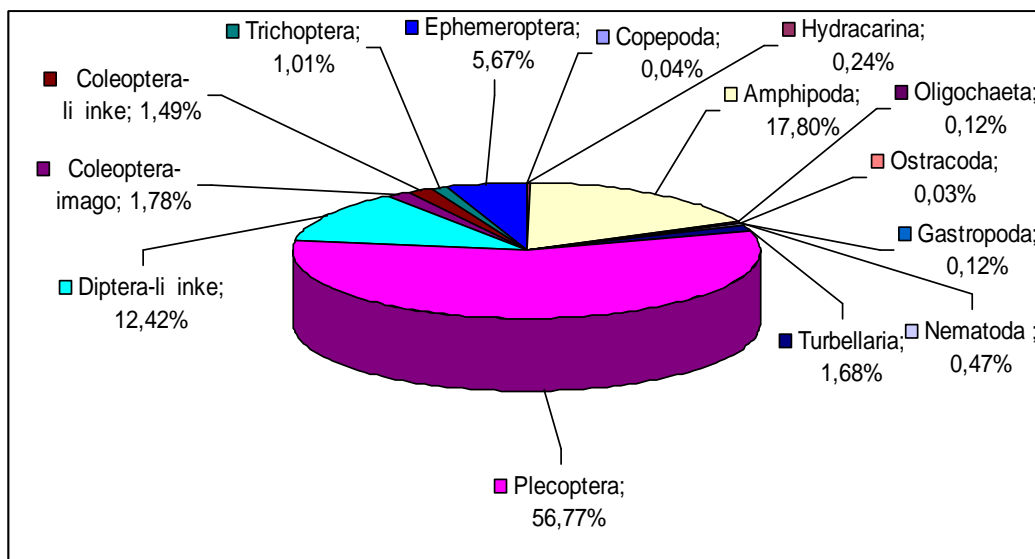
3.2. Fauna

Ranije se smatralo da jedino alge i biljke imaju udjela u stvaranju sedrenih naslaga, dok danas znamo da je taj proces složeniji, tj. da u njemu ne sudjeluju samo alge i biljke već i razni životinjski organizmi. Od 1955. do 1970. godine Matonić i Pavletić istražuju ulogu beskralješnjaka i nižih biljaka u biogenezi različitih oblika sedrenih naslaga u krškim vodama Hrvatske. Oni nalaze da su različiti biogeni supstrati, kao što su tokovi i tuljci ličinki tulara (Trichoptera), dvokrilaca - trzalaca (Chironomida) i puževa (Gastropoda), podloga za kristalizaciju, pasivno zadržavanje i sedimentaciju izlučenih kalcitnih čestica vapnenca. Takve životinjske vrste koje žive na sedrenim naslagama oni nazivaju sedrotvorci.

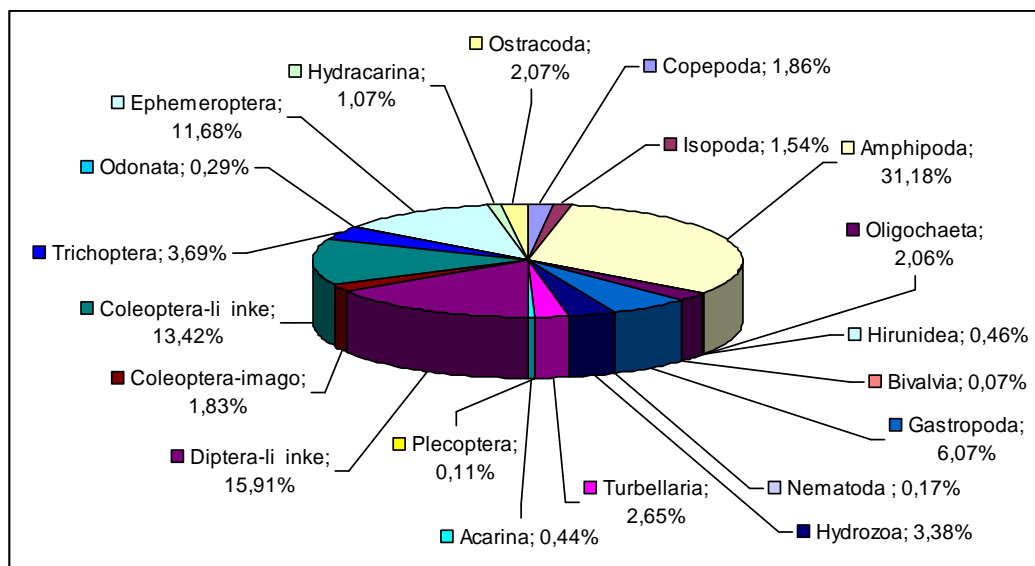
Među praživotinjama koje se javljaju na sedrenim staništima, trepetljikaši (Ciliophora) su najreprezentativnija skupina, među ostalim o njihovoj abundanciji i raznolikosti u krškim staništima podaci su vrlo siromašni (Schmid-Araya i Reiss 2008). Najčešći trepetljikaši koje nalazimo u navedenim staništima su *Acineria* sp., *Cyclidium* sp., *Dysteria fluviatilis*, *Euplotes affinis*, *Litonotus* sp., *Vorticella campanula* i dr. Od ostalih praživotinja nalazimo još i kolnjake (Rotifera) od kojih prevladavaju vrste *Cephalodella gibba*, *Colurella uncinata* i *Dicranophorus* sp. Pored trepetljikaša i kolnjaka javljaju se još i predstavnici skupina Heliozoa, Testacea, Turbellaria, Oligochaeta, Ostracoda, Copepoda, ličinke kukaca, npr. Plecoptera (obalari), Trichoptera (tulari) itd. (Gulin, 2011).

U novije vrijeme dokazana je i velika uloga makroinvertebratskih organizama poput ličinki tulara iz porodica *Hydropsychidae*, (Drysedale 1999), *Limnephilidae* (Gaino i sur. 2002.) te *Chironomidae* (Carthew i sur. 2003). Matonić i Pavletić (1972) pripisuju sedrotvornu ulogu skupini Trichoptera, a ista je uloga i u radu Matonić i sur. (2006), gdje uz tulara naglašavaju ličinke dvokrilaca (Simuliidae) koje svojim „svilenim“ proteinskim izlučevinama zadržavaju kristale kalcita.

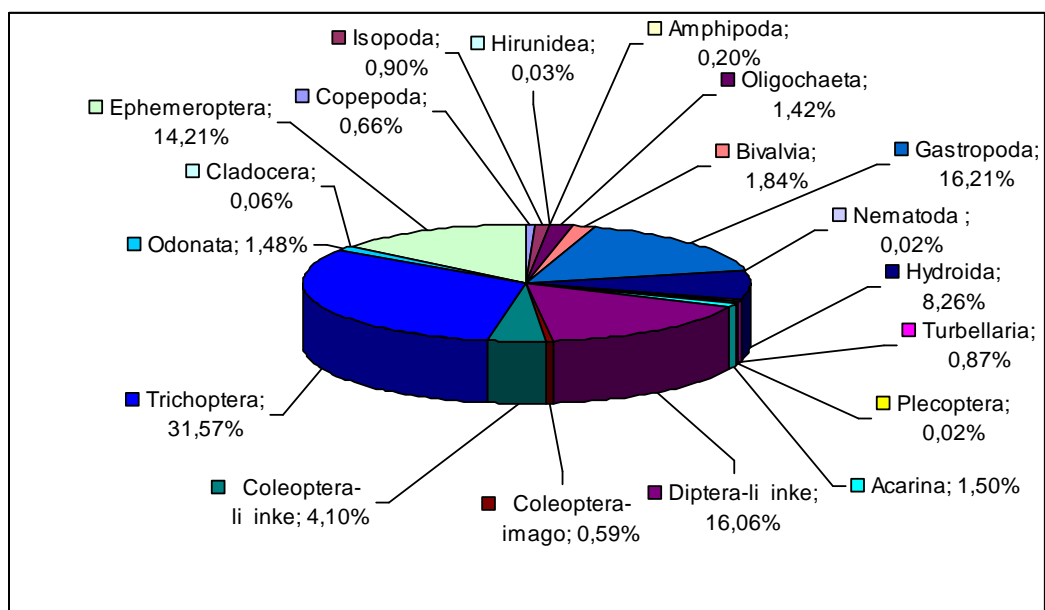
Slike 5, 6 i 7 prikazuju postotni udio pojedinih skupina makrozoobentosa koji zajedno s mahovinama i algama sudjeluju u procesu osedranja, zabilježenih na postajama Kr i , Roški slap i Skradinski buk u razdoblju od 2001. do 2004. godine (Baba i Ajduk, 2010).



Slika 5. Postotni udio pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Kr i (preuzeto iz Baba i Ajduk, 2010).



Slika 6. Postotni udio pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Roški slap (preuzeto iz Baba i Ajduk, 2010).



Sl. 7. Postotni udio pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Skradinski buk (preuzeto iz Baba i Ajduk, 2010).

4. PROBLEMI I PRIORITETI ZAŠTITE PRIRODNE BAŠTINE U NP KRKA

Krajem 19. i početkom 20. stoljeća započelo je intenzivno korištenje prirodnih dobara u porječju rijeke Krke, kao što su primjerice vodoopskrba, proizvodnja električne energije za potrebe industrije, prijevoz, ribarstvo te razvoj turizma i rekreacije, što je dovelo do ubrzane urbanizacije. Navedene aktivnosti ostavile su u ovom jedinstvenom krajobrazu trajne posljedice koje se ogledaju u smanjenju ili uništenju staništa, nestanku pojedinih vrsta životinja (npr. Visovska pastrva *Salmo visovacensis*) (Mrakovčić i sur., 2006) i biljaka te nepovratnoj devastaciji povijesnog i graditeljskog naslijeđa (www.dernis.info).

Pritisak gospodarskog razvoja (gradnja hidroelektrana, vodoopskrba) na zaštićenom području nastavlja se i danas, stoga je prioritetna zadaća aktivne zaštite i očuvanje ekosustava rijeke Krke, kako bi se osigurala opstojnost prirodne ravnoteže, biološka raznolikost te korištenje prirodnih dobara u okviru održivog gospodarskog razvoja (Marguš 1994).

4.1. Zaštita sedrenih staništa u NP Krka

4.1.1. Vodoopskrba

Bez obzira na status nacionalnog parka, vodom rijeke upravlja HEP-Hrvatska elektroprivreda, pa se za sušnih perioda u riječi ni tok i na same slapove ne pušta ni biološki minimum vode. To dovodi do stradavanja organizama koji žive u koritu te zbog niskog protoka u ljetnom razdoblju dolazi i do sušenja sedrenih barijera (www.wikipedia.org)

Potrebna su dodatna hidrološka i hidrogeološka istraživanja položaja podzemnih i površinskih vododijelnica, odnosa podzemnih voda Krke i izvora Krke te veze voda Zrmanje i Krke, kako bi se utvrdili mogući i alternativni izvori za korištenje voda izvan granice Parka. Kratkoročno gledano, vode bi se isključivo cijenom proizvedenog prostornog metra vode, prijedlog je skup, ali je dugoročno ekološki opravdan (www.dernis.info).

4.1.2. Otpadne vode i o uvanje vodnih resursa

Najja i izvori one iš enja voda rijeka Krka i ikole su otpadne industrijske vode i nepro iš ene komunalne vode gradova Knina i Drniša koje se mješovitim kanalizacijama ispuštaju izravno u vodotok; ovakav utjecaj vidljiv je u porastu sadržaja organske tvari (Vojvodi i dr., 2007), povišenim koncentracijama metala (Omanovi i dr., 2007) te pove anju broja bakterija u mikrobiološkim analizama (Kapetanovi i dr., 2007) u uzorcima vode nizvodno od Knina. Nadalje, u slivnom podru ju Krke locirana su dva odlagališta otpada: Mose i Mala Promina. U tijeku je ure enje regionalnog odlagališta u Bikarcu kod Šibenika kao kona no rješenje u gospodarenju otpadom za cijelu Šibensko-kninsku županiju.

Grad Knin, položajem na gornjem toku rijeke Krke, prijetnja je kakvo i vode rijeke i samog izvora, a Drniš kakvo i voda rijeka ikole i Krke te izvorišta Torak s kojeg brojno stanovništvo okolnih naselja dobiva pitku vodu. Sustavi odvodnje oba spomenuta grada su u vrlo lošem stanju, a gospodarski objekti otpadne vode ispuštaju nepro iš ene u javnu kanalizaciju ili izravno u vodotok. Stoga je nužno identificirati sve postoje e i potencijalne one iš iva e u slivnom podru ju rijeke Krke. Kako bi se uklonila stalna prijetnja one iš enja voda Parka, potrebno je inicirati i podupirati izgradnju ure aja za pro iš avanje komunalnih voda, kao i ugradnju ure aja za pro iš avanje otpadnih industrijskih voda u sve postoje e industrijske objekte (www.dernis.info).

4.1.3. Hidroelektrane

Na rijeci Krki unutar NP nalaze se tri hidroelektrane: HE Jaruga na Skradinskom buku izgra ena 1904. godine, HE Miljacka na jezeru Brljan izgra ena 1907. godine te HE Roški slap na Roškom slapu izgra ena 1910. godine. Izgradnjom hidroelektrana izmijenjen je režim voda, što je uvelike narušilo ekosustav rijeke. Izgradnjom HE Miljacka, stanje je dovedeno do apsurdna jer atraktivni kanjoni u toplom dijelu godine potpuno presuše. Prioritetna zada a je završetak novog Prostornog plana NP koji bi uveo režim rada HE Miljacka za vrijeme minimalnih protoka. Hidroelektrane oduzimaju vodu slapovima koji su time ugroženi ne samo estetski, nego i biološki odumiranjem kolonija sedrotvoraca (www.dernis.info).

4.1.4. Ugroženost podzemnih staništa

Sedreni slapovi rijeke Krke sa svojim geomorfološkim oblicima temeljni su fenomen i okosnica današnje hidrogeološke i pejzažne slike NP Krka. Izdizanjem slapova mijenjao se protok rijeke, što je dovelo do nastanka Visova kog jezera i potapanja ušća rijeke i kule te nestanka brojnih speleoloških objekata (Lukić i Jakić, 1990). Do danas je na području oko Krke registrirano 90 špilja i jama, u kojima obitavaju brojne troglobiontne i troglofilne životinje. Najpoznatiji su ovjeva ribica (*Proteus anguinus*), dugonogi šišmiš (*Myotis capaccinii*), endemski puž (*Zospeum amoneum*) i reliktni endemski mnogoetinaš (*Marifugia cavatica*). Nažalost, podzemni ekosustavi ugroženi su sve uvećalijim urbanim onečišćenjima, izgradnjom hidroenergetskih i melioracijskih sustava, uslijed čega su poremećeni tokovi podzemnih voda, a mnoge jame postale su i odlagališta krutog otpada (Jalžić i Lacković, 1998).

4.2. Prioritetna zadaća

Navedeni problemi prirodne baštine razlog su za višestruko i višeznačno valoriziranje prostora rijeke Krke po konceptu prirodne ravnoteže i zaštite prirode. NP Krka je rijetki prirodni fenomen iznimne znanstvene i estetske vrijednosti, ugrožen različitim drugim interesima za korištenje prostora. Sedreni slapovi rijeke Krke vrlo su osjetljive građevine s obzirom na prirodne promjene i antropogeni utjecaj. Stoga je prioritetna zadaća zaštite očuvanje kakvoće voda rijeka Krke i kule, što je ujedno i preduvjet za rast biogene sedre i jedino jamstvo za opstojnost slapova, koji su temelj biološke raznolikosti biljnih i životinjskih vrsta i njihovih staništa, okosnica današnje hidrogeološke i pejzažne slike NP Krka i jedan od najvažnijih turističkih resursa Šibensko-kninske županije (Radeljak i Pejnović, 2008).

Iz svega ovoga proizlazi da je nužno izraditi plan upravljanja NP Krka na principu održivog razvoja i zaštite okoliša, prema kojima bi se na istim principima uskladili planovi urbanih naselja i gospodarskih subjekata prisutnih unutar ili na rubnom području Parka.

6. SAŽETAK

Nacionalni park „Krka“ poznat je u Hrvatskoj po velikom broju jezera i slapova koje ini rijeka Krka. Nacionalnim parkom proglašen je 24. sije nja 1985.godine. Najpoznatije prirodne ljepote ovog Parka su slapovi Roški slap i Skradinski buk te jezero Visovac koje zajedno s ostalim slapištima i jezerima predstavljaju prirodni krški fenomen. U NP „Krka“ prisutan je recentni proces nastajanja sedre kao rezultat me usobnog djelovanja fizikalnih i kemijskih imbenika te živih organizama u vodi. Sedra je naziv za kalcijev karbonat (vapnenac) koji se u teku icama taloži iz vode na razli ite podloge. Alge i mahovine imaju važnu ulogu u oblikovanju sedre kao i fauna beskralješnjaka. Intenzivno korištenje prirodnih dobara u porje ju rijeke Krke, kao što su primjerice vodoopskrba, proizvodnja elektri ne energije za potrebe industrije, prijevoz, ribarstvo te razvoj turizma i rekreacije razlog su za višestruko i višezna no valoriziranje prostora rijeke Krke. Prioritetna zada a zaštite je o uvanje kakvo e voda rijeka Krke i ikole te je nužno izraditi plan upravljanja NP „Krka“ na principu održivog razvoja i zaštite okoliša.

Ključne riječi : vapnenac, taloženje, vodoopskrba

7. SUMMARY

National Park „Krka“ is known in Croatia for many lakes and waterfalls, which are made from Krka River. National Park (NP) was declared in January 24, 1985. The most famous natural beauty of this park are waterfalls Roški slap, Skradinski buk and lake Visovac, which together with other waterfalls and lakes, are a natural karst phenomenon. NP „Krka“ presents recent travertine formation process as a result of the dynamic process of physical and chemical interactions and living organisms in the water. Travertine is the name for calcium carbonate (limestone) which is deposited on various substrates in running waters. Algae and moss have an important role in the formation of travertine, and also invertebrate fauna. Intesive use of natural resources in the basin of Krka River, such as water supply, electricity production in industry, transport, fisheries, tourism and recreation are the reason for the multiple and ambiguously evaluation of the Krka River environment. The priority task of conservation is to preserve water quality of the Krka and ikola rivers, and it is necessary to create a management plan for NP „Krka“ on the principle of sustainable development and environmental protection.

Key words : limestone, deposit, water supply

5. LITERATURA

Baba i Ajduk, A. (2010): Sezonske promjene u strukturi makrozoobentosa na loti kim staništima rijeke Krke obraslim briofitskom vegetacijom, Magistarski rad, Zagreb

Chafetz, H.S., Folk, R.L., (1984): Travertines: Depositional morphology and the bacterially-constructed constituents: *Journal Sedimentary Petrology*, 54:289-316

Carthew K.D., Drysdale R.N., Taylor M.P. (2003): Tufa deposits and biological activity, Riversleigh, northwestern Queensland. U: ROACH IC (ed.): *Advances in Regolith: Proceedings of the CRC LEME Regional Regolith Symposia*. CRC LEME, 55-59

Ford T.D., Pedley H.M. (1996) A review of tufa and travertine deposits of the world. *Earth-Science Reviews* 41: 117-175

Friganovi, M. (1961): Polja gornje Krke. Radovi Geografskog instituta Sveučilišta u Zagrebu, sv. 3., Zagreb

Gulin, V (2011) : Horizontalna i vertikalna heterogenost obraštaja sedrene barijere, Dobitnik Rektorove nagrade, Zagreb, str.6-7

Marguš, D.(1994): Bibliografija radova o rijeci Krki. Gradska knjižnica "Juraj Šižgori" Šibenik i Uprava nacionalnog parka Krka, Šibenik

Matonkin, I., Pavleti, Z. (1960): Biološke karakteristike sedrenih slapova u našim krškim rijekama, *Geog. glas.* 22, str. 43 – 55

Matonkin, I., Pavleti, Z. (1962): Karakteristika biocenoza na sedrenim slapovima rijeke Krke u Dalmaciji, *Krš Jugoslavije*, 3, Zagreb., str. 5-70

Matonkin, I., Pavleti, Z. (1972) : Život naših rijeka. Školska knjiga, Zagreb

Matonkin, R., Habdija I., Primc-Habdija B., Miliša M. (2006): Simuliid silk pads enhance tufa deposition. *Hydrobiologia* 166(3) :387-409

Mrakov i M., Brigi A., Buj I., aleta M., Mustafi P., Zanella D. (2006): Crvena Knjiga slatkovodnih riba Hrvatske, Ministarstvo Kulture, Zagreb, 253 pp.

Pevalek, I. (1953): Prikaz i stanje sedre na Krki, Zagreb, str. 31-41

Pedley M. (2000): Ambient Temperature Freshwater Microbial Tufas. U: Riding RE, Awramik SM (eds.) Microbial Sediments. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 179 – 186

Radeljak,P., Pejnovi ,D. (2008): Utjecaj turizma na održivi razvoj funkcionalne regije Nacionalnog parka Krka, GODIŠNJAK TITIUS, Split

Srdo , D. (1983/1984): Kako nastaje sedra; Priroda 72/1, Zagreb

Stilinovi B. (1994) Temeljni fenomen Plitvi kih jezera. U: Plitvi ka jezera. Nacionalno dobro Hrvatske. Svjetska baština, Uprava Nacionalnog parka Plitvi ka jezera, Zagreb, 53-67

Stilinovi , B. (1999): Voda pršti – sedra raste, Zagreb, str.17-19

Zbornik radova sa simpozija (1990): Np Krka – stanje istraženosti i problemi zaštite ekosistema, Zagreb, Hrvatsko ekološko društvo

Zbornik radova sa simpozija (2007) : Rijeka Krka i Nacionalni park Krka : prirodna i kulturna baština,zaštita i održivi razvitak, Šibenik, Javna ustanova Nacionalni park Krka

www.dernis.info/sufit/iz-kantuna-struke/zastita-prirodne-bastine-i-odrzivi-razvoj-np-krka.html

www.eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/sedra/sedra_01.php3

www.npkrka.hr/

www.np-plitvicka-jezera.hr

www.raft.com.hr/Informacije/sedra-osnove-o-sedrenimbarijerama.html

www.rogoznica.biz/hr/nacionalni-park-krka/

www.sibenikregion.com/hr/prirodna-bastina/nacionalni-parkovi/nacionalni-park-krka.html

www.slaptours.hr/krka.htm